

524,702

Rec'd PCT/PTO 16 FEB 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021093 A2(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G05B 19/042**[DE/DE]; Haydnstrasse 51, 70195 Stuttgart (DE). OHL,
Christian [DE/DE]; Stieglitzweg 8/2, 72793 Pfullingen
(DE). SCHUMACHER, Hartmut [DE/DE]; Pfarrer
Aldingerstrasse 4, 71691 Freiberg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/000563

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2003 (24.02.2003)(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).(30) Angaben zur Priorität:
102 38 529.7 22. August 2002 (22.08.2002) DE

Veröffentlicht:

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

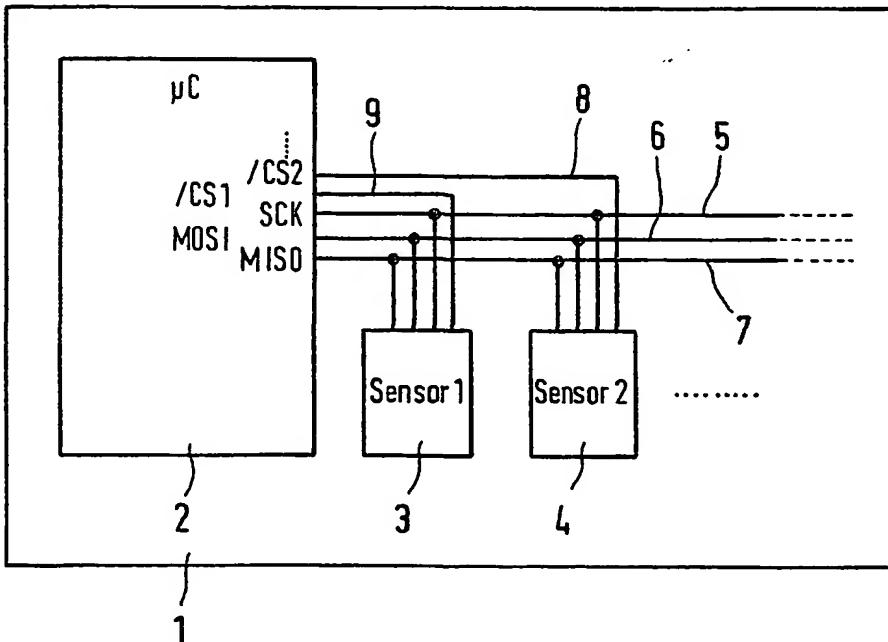
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): STEIGER, Eckard

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: CONTROL DEVICE

(54) Bezeichnung: STEUERGERÄT



(57) Abstract: Disclosed is a control device comprising at least one inertial sensor and a processor that are mounted inside a housing. Data is transmitted in a digital manner between the inertial sensor and the control device. Transmission can be provided with error bits or status bits. Data transmission is configured especially in a bi-directional manner. Four lines, one of which is used for selecting the sensor, are provided between the control device and the sensor.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuergerät vorgeschlagen, bei dem wenigstens ein Inertialsensor und ein Prozessor in einem Gehäuse untergebracht sind. Die Datenübertragung zwischen dem Inertialsensor und dem Steuergerät läuft digital ab. Dabei kann die Übertragung mit Fehlerbits oder

WO 2004/021093 A2

Statusbits versehen sein. Die Datenübertragung ist insbesondere bidirektional konfiguriert. Zwischen Steuergerät und Sensor sind jeweils vier Leitungen vorgesehen, von denen eine Leitung zur Auswahl des Sensors dient.

5

10

Steuergerät**Stand der Technik**

Die Erfindung geht aus von einem Steuergerät mit einem Prozessor und wenigstens
15 einem Inertialsensor in einem Gehäuse nach der Gattung des unabhängigen
Patentanspruchs.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Steuergerät mit den Merkmalen des unabhängigen
20 Patentanspruchs hat den Vorteil, dass die digitale Übertragung zwischen dem Prozessor
und dem Inertialsensor im Steuergerät störsicher gegenüber elektromagnetischen
Störungen, Nebenschlüssen und Feuchte ist. Insbesondere bei hoher Signalauflösung ist
dieser Vorteil wesentlich. Auch bei immer kleiner werdenden steuergeräteinternen
25 Spannungspegeln, die durch die immer kleiner werdenden Prozessorpegel bedingt sind,
kommt dieser Vorteil wesentlich zum Tragen. Darüber hinaus ermöglicht die digitale
Übertragung eine leichte Identifizierung einer fehlerhaften Übertragung. Damit ist eine
direkte und messgrößenunabhängige Bewertung der übertragenen Sensorinformation
möglich. Unter einem Inertialsensor wird ein Beschleunigungssensor und/oder ein
30 Drehratensor verstanden.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Maßnahmen und Weiterbildungen
35 sind vorteilhafte Verbesserungen des im unabhängigen Patentanspruch angegebenen
Steuergeräts möglich.

Besonders vorteilhaft ist, dass die Datenübertragung durch eine serielle synchrone Schnittstelle erreicht wird. An diese serielle Schnittstelle können mehrere Sensoren im Steuergerät angeschlossen werden. Die Verwendung einer synchron ausgebildeten Schnittstelle ermöglicht eine einfachere Verarbeitung der Signale.

5

Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Übertragung von wenigstens einem Fehlerbit und wenigstens einem Statusbit vorgesehen ist. Das Fehlerbit ermöglicht die Entdeckung und Identifizierung von Übertragungsfehlern oder von Sensorfehlern, um gegebenenfalls angemessene Maßnahmen vorzunehmen. Solche Maßnahmen können eine Fehlerkorrektur aus den empfangenen Daten sein oder die Umschaltung des Funktionszustandes des Systems bzw. Steuergeräts, beispielsweise Fehlerbetrieb, Ausgabe Fehlermeldung, Einschaltung Warnlampe, oder die erneute Anforderung der übertragenen Daten, vorzugsweise in einem Datentelegramm, also einem Rahmen. Das Statusbit ermöglicht beispielsweise, dass der Prozessor erkennt, in welchem Betriebszustand der Sensor sich befindet, beispielsweise laufender Sensor test, Offsetregelungsmodus oder Initialisierungsphase. Es können mehr als ein Fehlerbit und/oder Statusbit verwendet werden.

10

15

20

25

30

35

Weiterhin ist es von Vorteil, dass die Datenübertragung bidirektional ausgebildet ist. Dies ermöglicht, dass einerseits der Sensor Messdaten zum Prozessor überträgt und andererseits der Prozessor den Sensor in einen bestimmten Zustand versetzt oder bestimmte Daten von ihm abruft. Dies brauchen nicht nur Messdaten sein, sondern auch interne Informationen über den Sensor, wie beispielsweise ein Selbsttestergebnis oder den jeweiligen Betriebszustand, in dem der Sensor sich befindet (Offsetregelungsmodus, laufender Selbsttest, Initialisierungsphase etc.).

Es werden hier vier Leitungen für die Datenübertragung vorgeschlagen, wobei drei Leitungen davon an jeden Sensor angeschlossen sind, der sich im Steuergerät befindet und an dieser Datenübertragung teilnimmt und die vierte Leitung jeweils für jeden Sensor vorgesehen ist. Diese vierte Leitung sorgt für die Aktivierung der Datenübertragung mit dem jeweiligen Sensor. Sind also drei Sensoren an die erfundungsgemäße Datenübertragung angeschlossen, sind drei solche Leitungen, die jeweils vom Prozessor zu diesen drei Sensoren gehen, vorgesehen, um die einzelnen Sensoren zu den entsprechenden Zeitpunkten zu aktivieren. Daneben gibt es die weiteren drei Leitungen, die für die eigentliche Datenübertragung vorgesehen sind. Dies wird im allgemeinen als

Serial Peripheral Interface (SPI) bezeichnet, die eine Takteleitung, eine Eingabeleitung, eine Ausgabeleitung und eben die Sensorauswahlleitung aufweist.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass der wenigstens eine Inertialsensor mehrkanalig
5 ausgebildet sein kann. Mehrkanaligkeit bedeutet, dass mehr als ein Messmodus hier mit einem Sensor durchführbar ist.

Darüber hinaus ist es von Vorteil, dass die Datenübertragung zur Auslösung der
Umschaltung von einem Betriebszustand in einen anderen des wenigstens einen
10 Inertialsensors konfiguriert ist.

Letztlich ist es auch von Vorteil, dass das erfindungsgemäße Steuergerät in einem
Rückhaltemittel und/oder einer Fahrdynamikregelung und/oder einem Navigationssystem
und/oder einer systemübergreifenden Sensorbox einsetzbar ist.

15 Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der
nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

20 Es zeigen

- Figur 1 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Steuergeräts,
Figur 2a eine Informationsübertragung vom Prozessor zum Inertialsensor,
25 Figur 2b eine Informationsübertragung vom Sensor zum Prozessor und
Figur 3 eine Sensordatenübertragung vom Sensor zum Prozessor.

Beschreibung

30 Inertialsensoren, die heute in einem Steuergerät für Rückhaltesysteme eingesetzt werden, übertragen analog zu einem Analogeingang eines Mikrocontrollers im Steuergerät ihr Mess-Signal. Der Mikrocontroller weist dann einen Analog-Digital-Wandler auf. Damit werden also Beschleunigungs- oder Drehratensensorsignale, da Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren als Inertialsensoren zu verstehen sind, repräsentiert durch
35 Analogspannungszeitverläufe. Der Momentanwert der Abweichung von einem Ruhewert,

typischerweise die halbe Versorgungsspannung des Initalsensors, repräsentiert den aktuellen Messwert. Die Zuordnung erfolgt über sensorspezifische Empfindlichkeiten, die typischerweise in Millivolt pro Beschleunigung oder Millivolt pro Winkeländerung pro Zeit angegeben wird. Die weitere Signalverarbeitung, die mit der Analog-Digital-Wandlung begonnen hat, erfolgt dann im Mikrokontroller.

Ein wesentlicher Nachteil dieser Technik liegt in der Störanfälligkeit des übertragenen Analogsignals. Elektromagnetische Störungen, Nebenschlüsse durch Feuchte und andere Störungen können das Sensorausgangssignal in einem für das Rückhaltesystem kritischen Maße verändern. Es kann zu einem Vortäuschen von Beschleunigen bzw. Drehraten führen, wobei die Gefahr einer Nichtfunktion oder einer eingeschränkten Funktion oder einer Fehlauslösung die Folge sein kann. Dieser Nachteil kommt umso mehr zum Tragen, je größer die Anforderungen an die Signalaufösung werden und je kleiner die steuergeräteinternen Spannungspegel festgelegt werden. Hinzu kommt der Nachteil, dass Fehler bei einer Analogübertragung nur sehr eingeschränkt identifizierbar sind. Diese Störeinflüsse, die oben genannt wurden, verändern das Sensorausgangssignal auf eine Art, die nur über Signalplausibilitätsbetrachtungen, nicht aber über direkte und messgrößenunabhängige Bewertung der übertragenen Sensorausgangsinformation ermittelbar sind.

Erfindungsgemäß wird nun eine digitale Übertragung zwischen dem Initalsensor und dem Prozessor im Steuergerät vorgeschlagen. Dazu wird vorzugsweise eine serielle synchrone Schnittstelle verwendet, wobei die digitalen Signale eine höhere Übertragungssicherheit aufweisen. Die übertragene Information ist gegenüber störungsbedingten Spannungspegelveränderungen äußerst robust, da die Spannungsbereiche, die einer logischen Eins oder Null zugeordnet sind, relativ groß sind, typischer Weise größer oder gleich 80% bzw. kleiner gleich 20% des Spannungspegels. Falls aber trotz der höheren Robustheit Übertragungsfehler auftreten könnten, könnten diese mit hoher Wahrscheinlichkeit entdeckt werden. Bezuglich der jeweiligen prozessorseitigen Anforderung nicht definierte Digitalworte können leicht vom System identifiziert werden. Weiterhin ist die Übertragung von Status- und Fehlerbits sowie die Übermittlung von ganzen Datenworten, die eine detaillierte Sensorzustandsbeschreibung beinhalten, ohne relevanten technischen Mehraufwand möglich und vorgesehen. Eine ständige Statuskontrolle ermöglicht die zyklische und/oder permanente Erkennbarkeit von systematischen Übertragungsfehlern.

Daneben ist es ein Vorteil, dass neben der Übertragung von Informationen vom Inertialsensor zum Prozessor auch Befehle in umgekehrter Richtung über die gleiche Schnittstelle übermittelt werden. Damit lassen sich ohne zusätzlichen systemseitigen Hardwaremehraufwand und ohne zusätzlich notwendige Sensorbits Steuerbefehle wie Sensortest oder Ein- und Ausschalten einer sensorinternen Offsetregelung oder Umschaltung von einem Betriebszustand in einen anderen einrichten.

Ein spezieller Vorteil ergibt sich aus der einfach möglichen Kennzeichnung der übertragenen Digitalworte mit Statusbits. Während der Sensorselbsttest aktiviert ist ermöglicht ein entsprechendes Teststatusflag, dass das testbedingte Sensorausgangssignal als solches dem System bekannt ist. Damit ist eine sichere Systemprüfung möglich. Der Einsatz der Erfindung ist auch in anderen automobilen Einsatzgebieten, in denen Inertialsensoren im Systemverbund mit Prozessoren eingesetzt werden möglich und sinnvoll. Beispiele hierfür sind die Fahrdynamikregelung, eine Sensorbox oder Sensorcluster oder die Fahrzeugnavigation.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein Rückhaltesystemsteuergerät und auf darin eingesetzte Inertialsensoren, also Beschleunigungs- und/oder Drehratensensoren, die ein- oder mehrkanalig ausgeführt sein können. Die Sensorsignale werden in einem Sensor-ASIC als digitale Werte bereitgestellt. Das bedeutet, dass der Sensor als ein intelligenter Sensor ausgebildet ist. Ein solcher intelligenter Sensor weist neben dem eigentlichen Sensierungselement auch eine Mess-Signalverstärkung, eine Analog-Digital-Wandlung und andere Signalaufbereitungsbausteine auf. Letztlich ist auch ein Schnittstellenbaustein im Sensor-ASIC vorhanden, um die digitale Übertragung zum Prozessor zu gewährleisten.

Insbesondere wird hier die sogenannte Serial Peripheral Interface als Kommunikationsschnittstelle zwischen dem Sensor und dem Prozessor verwendet. Dabei arbeitet der Prozessor als Master und die Inertialsensoren als Slaves. Der SPI-Bus besteht aus vier Leitungen: zunächst der sogenannten SPI-Clock (SCK), also einer Taktleitung. Dann dem Master-Out-Slave-In (MOSI) und dem Master-In-Slave-Out (MISO). Diese beiden Leitungen dienen zur eigentlichen Datenübertragung. Die vierte Leitung ist die sogenannte Chip-Select-Leitung (CS). Sie stellt eine separate Verbindung zwischen jedem einzelnen Inertialsensor und dem Prozessor her. Das heißt, es gibt so viele CS-

Leitungen, wie es Slaves gibt. Die anderen drei Leitungen, die SCK, die MOSI und die MISO sind jeweils nur einmal vorhanden und alle Sensoren sind an diese drei Leitungen angeschlossen. Bei einem nicht aktivierte Chip-Select ist MISO hochohmig, also in einem sogenannten Tristate. Die SPI unterstützt kombinierte Schreib-Lese-Zyklen und verwendet einen einheitlichen SPI-Rahmen für Schreiben und Lesen. Aus diesem Grunde sendet der Prozessor die Daten nach dem SPI-Befehl beginnend mit dem MSB (Most Significant Bit). Mit dem Erhalt des SPI-Befehls sendet der Inertialsensor die entsprechenden Daten zum Prozessor, ebenfalls beginnend mit dem MSB.

5

Hier wird zum einen ein SPI-Rahmen verwendet, der einen 7-Bit-Befehl und 8-Bit-Daten in einem 16-Bit-Rahmen während der aktiven Chip-Select-Phase überträgt. Ein Bit ist für die benötigte Reaktionszeit zwischen Befehl und Datenwort vorgesehen.

10

Ein zusätzlicher SPI-Rahmen wird verwendet, der die Übertragung eines 12-Bit-Datenworts, das die Beschleunigungs- oder Drehrateninformation beinhaltet, innerhalb des 16-Bit-Rahmens gestattet. Hier wird die Befehslänge dann auf 3 Bit beschränkt, wobei ein Bit für die Reaktionszeit wiederum vorgesehen ist.

15

In Figur 1 ist in einem Blockschaltbild des erfindungsgemäße Steuergerät dargestellt. In einem Gehäuse 1 befindet sich ein Prozessor 2 und beispielhaft zwei Inertialsensoren 3 und 4. Die Sensoren 3 und 4 sind jeweils mit dem Prozessor 2 über vier Leitungen verbunden. Dabei sind drei Leitungen für beide Sensoren 3 und 4 gleich, das sind die Leitungen 5 bis 7, wobei die Leitungen 8 und 9 nur jeweils dem einzelnen Sensor zugeordnet sind. Hier ist die Leitung 9 dem Sensor 3 zugeordnet und die Leitung 8 dem Sensor 2. Die Leitungen 8 und 9 wirken als die oben angeführten Chip-Select-Leitungen, sie aktivieren also die Datenübertragung zu dem jeweiligen Sensor. Die Leitung 5 ist die Takteleitung, während die Leitung 6 die Datenübertragung vom Prozessor 2 zu den Sensoren 3 und 4 ermöglicht und die Leitung 7 die Datenübertragung der Sensoren 3 und 4 zum Prozessor 2. Es ist möglich, dass mehr als diese beiden Sensoren 3 und 4 an den Prozessor über diese Leitungen angeschlossen sind, wobei dann diese zusätzlichen Sensoren wiederum eigene Chip-Select-Leitungen aufweisen werden. Weiterhin ist es möglich, dass nur ein einziger Sensor mit dem Prozessor 2 verbunden ist. Andere Komponenten des Steuergeräts sind hier nicht dargestellt. Dazu stellen beispielsweise Schnittstellenbausteine für die Kommunikation außerhalb des Steuergeräts, eine Zündkreisansteuerung und andere Bausteine, wie ein Plausibilitätsschalter. Neben den

20

25

30

35

Sensoren 3 und 4 können auch andere Bausteine an diese SPI-Leitungen angeschlossen sein.

Figur 2a zeigt die Datentelegramme, die bei einer Datenübertragung vom Prozessor zum jeweiligen Sensor stattfinden, also den Rahmen für den Standard-Schreibzugriff. Das Signal 10 ist das Chip-Select-Signal und sorgt mit dem niedrigeren Pegel für eine Kommunikation zwischen dem Prozessor und dem jeweiligen Sensor, d.h. hier können nun Daten über die Leitungen 6 und 7 übertragen werden. In den Feldern 13 und 14 werden der 7-Bit-Schreibbefehl, beispielsweise ein Befehl zum Einschalten der Offsetregelung und 8 Bit Zusatzdaten, beispielsweise zur Zuordnung des Befehls zu einem bestimmten Messkanal oder für die zum Befehl zugehörige Schalterinformation Ein/Aus, an die Sensoren übertragen. In der Zeile 12 wird das Signal vom Sensor zum Prozessor 2 übertragen. In dem Feld 15 werden im Gegenzug 8 Bit Daten mit Status- und Fehlerinformationen an den Prozessor 2 übertragen. Feld 16 wird hier nicht verwendet.

15

In Figur 2b ist der Rahmen für den Standard-Lesezugriff abgebildet. Es sind wiederum die Zeilen 10, 11 und 12 dargestellt. Wiederum gibt der niedrige Pegel in Zeile 10 an, dass nun die Übertragung zwischen dem Sensor und dem Prozessor stattfindet. In Zeile 11 wird in dem Feld 17 der 7-Bit-Lesebefehl, beispielsweise der Befehl zum Auslesen des Betriebszustands die Offsetregelung betreffend, übertragen. Feld 18 wird hier nicht genutzt. In der Zeile 12 wird das Signal vom Sensor zum Prozessor übertragen. In dem Feld 15 werden wiederum im Gegenzug 8 Bit Daten mit Status- und Fehlerinformationen an den Prozessor 2 übertragen. Feld 16 enthält im vorliegenden Fall keine nutzbare Information. In dem Feld 19 werden im Gegenzug erneut 8 Bit Daten mit Status- und Fehlerinformationen an den Prozessor 2 übertragen. Feld 20 enthält im vorliegenden Fall keine nutzbaren Informationen.

20

25

Figur 3 zeigt nun die Datenübertragung vom Sensor zum Prozessor zur Übertragung eines 12-Bit-Datenworts, das die Beschleunigungs- oder Drehrateninformation beinhaltet. D.h. in der Zeile 12 wird im Feld 24 dieses 12-Bit-Datenwort übertragen, während im Feld 21 der Zeile 11 der entsprechende Lese-Befehl an den Sensor übertragen wird. Die Information im Feld 22 dieser Zeile wird im vorliegenden Fall sensorseitig nicht verarbeitet, sie ist also irrelevant. Feld 23 der Zeile 12 enthält an den Prozessor 2 übertragene Status- und Fehlerinformationen.

30

5

Patentansprüche

10

1. Steuergerät mit einem Prozessor (2) und wenigstens einem Inertialsensor (3, 4) in einem Gehäuse (1), wobei eine Datenübertragung zwischen dem Prozessor (2) und dem wenigstens einen Sensor (3, 4) derart konfiguriert ist, dass die Datenübertragung digital ist.

15

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Datenübertragung eine serielle synchrone Schnittstelle vorgesehen ist.
3. Steuergerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung derart konfiguriert ist, dass übertragene Daten wenigstens ein Fehlerbit und wenigstens ein Statusbit aufweisen.

20

4. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung bidirektional konfiguriert ist.

25

5. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung zur Auslösung eines Sensortests konfiguriert ist.
6. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragung zur Auslösung einer Offsetregelung des wenigstens einen Inertialsensors (3, 4) konfiguriert ist.

30

7. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Datenübertragung vier Leitungen (5 bis 9) vorgesehen sind, von denen

eine Leitung jeweils zur Auswahl des wenigstens einen Inertialsensors vorgesehen ist.

8. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
5 dass der wenigstens eine Sensor (3, 4) mehrkanalig ausgebildet ist.

9. Steuergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenübertragung zur Auslösung einer Umschaltung von einem
10 Betriebszustand in einen anderen des wenigstens einen Inertialsensors (3, 4)
konfiguriert ist.

10. Verwendung des Steuergeräts nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem
Rückhaltesystem.

15 11. Verwendung des Steuergeräts nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einer
Fahrdynamikregelung.

12. Verwendung des Steuergeräts nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einer
Sensorbox oder einem Sensorcluster.

20 13. Verwendung des Steuergeräts nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einem
Fahrzeugnavigationssystem.

1 / 2

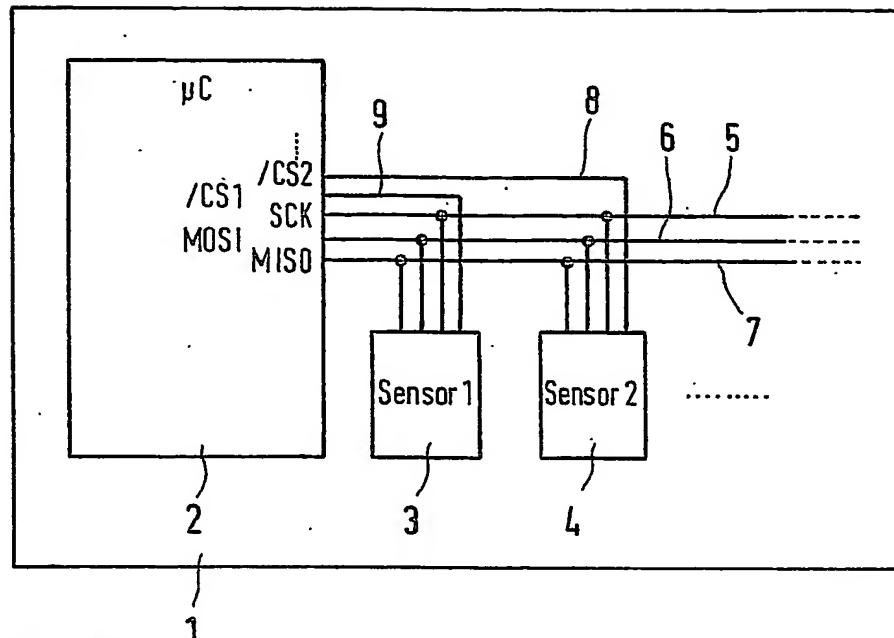


Fig.1

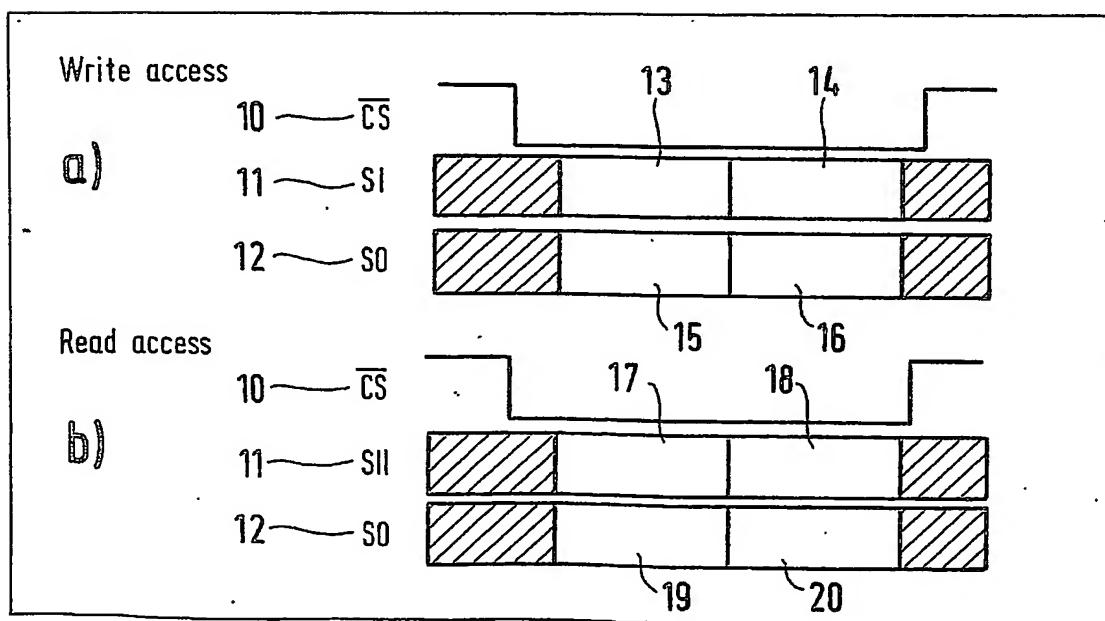


Fig.2

212

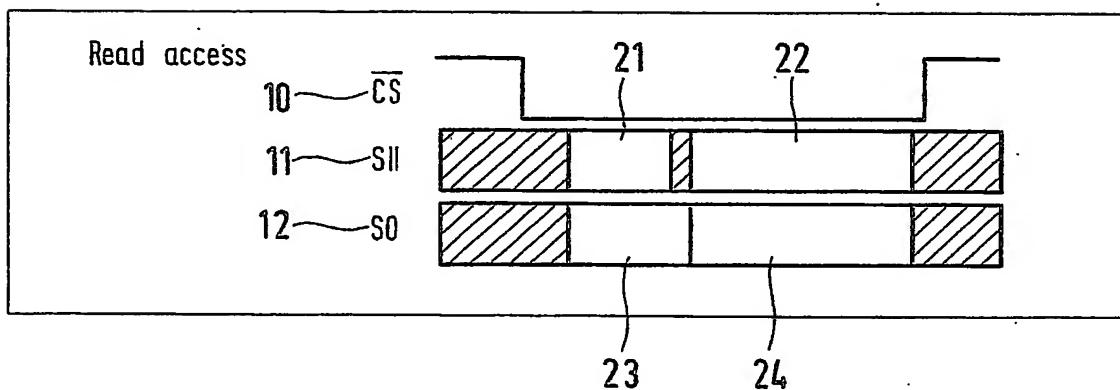


Fig.3